

**KETAMINE - NARKOSEN  
BEI DER BEHANDLUNG VON  
VERBRÜHUNGEN UND VERBRENNUNGEN  
IM KINDESALTER**

**CLAUDIA KERN**

**1986**

*Less  
München*



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41554614\\_0018](https://archive.org/details/IA41554614_0018)

AUS DER ANÄSTHESIEABTEILUNG  
(LEITER: PROF. DR. K. MANTEL)  
DER KINDERCHIRURGISCHEN KLINIK  
IM DR.V.HAUNERSCHEN KINDERSPITAL  
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN  
(DIREKTOR: PROF. DR. W.CH. HECKER)

KETAMINE-NARKOSEN  
BEI DER BEHANDLUNG VON  
VERBRÜHUNGEN UND VERBRENNUNGEN IM KINDESALTER

INAUGURALDISSERTATION  
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE IN DER GESAMTEN MEDIZIN  
AN DER LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

VORGELEGT VON  
CLAUDIA KERN  
AUS MÜNCHEN  
MÜNCHEN 1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. K. Mantel

Mitberichterstatter: Prof. Dr. W. Ch. Hecker

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 25.2.1986

Meinen lieben Eltern gewidmet



## GLIEDERUNG

|                                  | Seite |
|----------------------------------|-------|
| A. Einleitung                    | 1     |
| B. Methoden                      | 2     |
| 1. Narkoseverfahren              | 2     |
| 2. Behandlungsverfahren          | 2     |
| 3. Patienten                     | 3     |
| 4. Auswertungskriterien          | 6     |
| C. Ergebnisse                    | 6     |
| 1. Häufigkeiten                  | 6     |
| 2. Alter                         | 7     |
| 3. Unfallursache                 | 9     |
| 4. Analyse der Ketamine-Narkosen | 11    |
| a) Anzahl der Narkosen pro Kind  | 11    |
| b) Narkosedauer                  | 13    |
| c) Dosierung von Ketamine        | 15    |
| 5. Nebenwirkungen unter Ketamine | 22    |
| D. Diskussion                    | 26    |
| E. Zusammenfassung               | 32    |
| F. Literaturangaben              | 34    |



## A. EINLEITUNG

Die vorliegende Untersuchung soll einen Überblick geben über die Erfahrungen, die in der Universitäts-Kinderklinik München mit der Verwendung von Ketamine als Narkotikum bei der Behandlung von Verbrühungen und Verbrennungen im Kindesalter über einen Zeitraum von 10 Jahren gemacht wurden.

Die Verwendung von Ketamine hat sich bei dieser Behandlung sehr gut bewährt, da es einfach anzuwenden ist und auch bei wiederholter Anwendung für die Kinder risikoarm und schonend ist. Die Komplikationsrate bei der Narkose mit Ketamine ist im Vergleich mit anderen Narkotika zur Inhalationsnarkose, der intravenösen Gabe von Barbituraten oder der Neuroleptanalgesie deutlich geringer.

Ketamine besitzt hypnotische und analgetische Eigenschaft, hat eine kreislaufstabilisierende Wirkung und verursacht in der Regel keine Atemdepression. Die Wirkungsdauer ist relativ lang, so daß meist Nachinjektionen nicht notwendig sind. Hierdurch erlangt die intramuskuläre Verabreichung gerade bei Kindern bei der Behandlung von Verbrühungen und Verbrennungen deutlichen Vorzug.

Die Untersuchung sollte allgemeine Erfahrungen mit Ketamine über einen langen Zeitraum wiedergeben. Besondere Beachtung fand dabei die Dosierung von Ketamine bei dieser Behandlung, vor allem im Hinblick auf die Kinder, bei denen wiederholt Narkosen durchgeführt wurden. Die Reaktion des Herz-Kreislauf-Systems wurde anhand des Herzfrequenzverhaltens unter der Narkose beobachtet. Außerdem interessierten während und kurz nach der Narkose aufgetretene Nebenwirkungen, die auf Ketamine zurückgeführt werden können.

## B. METHODEN

### 1. Narkoseverfahren

Eine Narkose mit Ketamine bietet den Vorteil, daß das Narkotikum in unterschiedlicher Weise verabreicht werden kann, so daß sich je nach Behandlungsart die jeweilige Narkosetechnik unterscheiden kann (9, 14).

Ketamine wurde als reine intramuskuläre Injektion verabreicht, sowie auch durch initiale intramuskuläre Applikation mit anschließend intravenöser Gabe nach dem Einschlafen des Kindes. Außerdem wurde bei bereits liegendem venösen Zugang Ketamine rein intravenös injiziert, entweder als einmaliger Bolus oder kontinuierlich über eine Infusionspumpe. Je nach Applikationsart ergaben sich bei der Dosierung unterschiedliche Richtwerte: bei intramuskulärer Gabe rechnete man mit 5-10 mg/kg Körpergewicht, bei intravenöser Anwendung mit 2 mg/kg Körpergewicht und bei der Applikation über die Infusionspumpe mit 1-2 mg/kg Körpergewicht/min. Um eine eventuell auftretende vermehrte Speichelsekretion zu verringern, wurde mit Atropin in einer Dosierung von 0.02 mg/kg Körpergewicht prämediziert. Als Postmedikation wurde in der Regel Diazepam in einer Dosierung von 2-10 mg verabreicht, je nach auftretender Bewegungsunruhe.

Ein deutlicher Vorteil dieser Narkose bestand darin, daß in der Regel nicht intubiert werden mußte, da bei Ketamine bekanntlich die pharyngealen und laryngealen Schutzreflexe erhalten bleiben (1).

### 2. Behandlungsverfahren

Die verschiedenen Behandlungsverfahren der Verbrühung und Verbrennung, die unter Ketamine-Narkose durchgeführt wurden, sind Verschorfung der Wunde, Bad und Verbandwechsel und die Transplantation. In dieser Studie werden diese drei Behandlungsarten jeweils getrennt berücksichtigt.

Die Verschorfung wurde nach der modifizierten Gerbungsbehandlung

bei Verbrennungen nach GROB vorgenommen: dabei wurde die Wundfläche nach Reinigung mit Betaisadon<sup>R</sup> mit einer 5%igen Tannin-Lösung und anschließend mit einer 10%igen Silbernitrat-Lösung gepinselt und getrocknet (1, 4). Bad und Verbandwechsel wurden ab dem 10. - 14. Tag nach dem Unfall in der Regel jeden zweiten Tag durchgeführt, um die Ablösung des Brandschorfes zu beschleunigen. Dabei wurde einem Wasserbad von 37-38° Celsius ein Desinfektionsmittel, in der Regel eine Kaliumpermanganat-Lösung, zugesetzt, um das Infektionsrisiko möglichst gering zu halten. Da die Ablösung des Schorfes meist recht schmerzhaft ist, wurde auch diese Behandlung oft in Ketamine-Narkose ausgeführt.

Die Transplantation zur Deckung größerer Hautdefekte wurde nach Ablösung des Brandschorfes in der Regel mit Eigenhaut durchgeführt. Bei ausgedehnten Verbrennungen waren wiederholte Transplantationen notwendig.

### 3. Patienten

Die Untersuchung umfaßt den Zeitraum von 1970 - 1980. In dieser Zeit wurden in der Universitäts-Kinderklinik bei 314 Patienten im Alter von drei Monaten bis vierzehn Jahren eine Narkose mit Ketamine bei der Behandlung einer Verbrühung oder Verbrennung durchgeführt. Aus technischen Gründen wurden von diesen 314 Patienten nur 275 Patienten mit 867 Narkosen im Rahmen dieser Untersuchung berücksichtigt (Tabelle 1). Nur bei 252 Patienten mit 781 Narkosen lagen jedoch verwertbare Angaben zur Narkose selbst vor. Bei 23 Patienten mit 86 Narkosen fehlten die entsprechenden Daten über die Länge der Narkose oder die Dosierung von Ketamine.

Die Geschlechtsverteilung aller 314 Patienten ergab 113 weibliche und 201 männliche Patienten (Tabelle 1a).

Einen Überblick über die zeitliche Verteilung der stationären Behandlung gibt Abb.1.

Tabelle 1: Anzahl der berücksichtigten Narkosen/Jahr  
n = 275

| Jahr            | Anzahl der<br>Ketamine-<br>Narkosen | Anzahl der<br>Patienten | weiblich | männlich |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------|----------|----------|
| 1970            | 1                                   | 1                       | -        | 1        |
| 1972            | 20                                  | 17                      | 6        | 11       |
| 1973            | 33                                  | 22                      | 4        | 18       |
| 1974            | 60                                  | 25                      | 12       | 13       |
| 1975            | 99                                  | 31                      | 14       | 17       |
| 1976            | 113                                 | 45                      | 16       | 29       |
| 1977            | 188                                 | 48                      | 17       | 31       |
| 1978            | 192                                 | 40                      | 14       | 26       |
| 1979            | 128                                 | 28                      | 13       | 15       |
| bis Mai<br>1980 | 33                                  | 18                      | 5        | 13       |
|                 | 867                                 | 275                     | 101      | 174      |

Tabelle 1a: Gesamtzahl der Patienten pro Jahr  
n = 314

|                    | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | Gesamt |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Anzahl<br>der Pat. | 1    | -    | 17   | 22   | 25   | 31   | 45   | 48   | 40   | 28   | 57   | 314    |
| weiblich           | -    | -    | 6    | 4    | 12   | 14   | 16   | 17   | 14   | 13   | 17   | 113    |
| männlich           | 1    | -    | 11   | 18   | 13   | 17   | 29   | 31   | 26   | 15   | 40   | 201    |

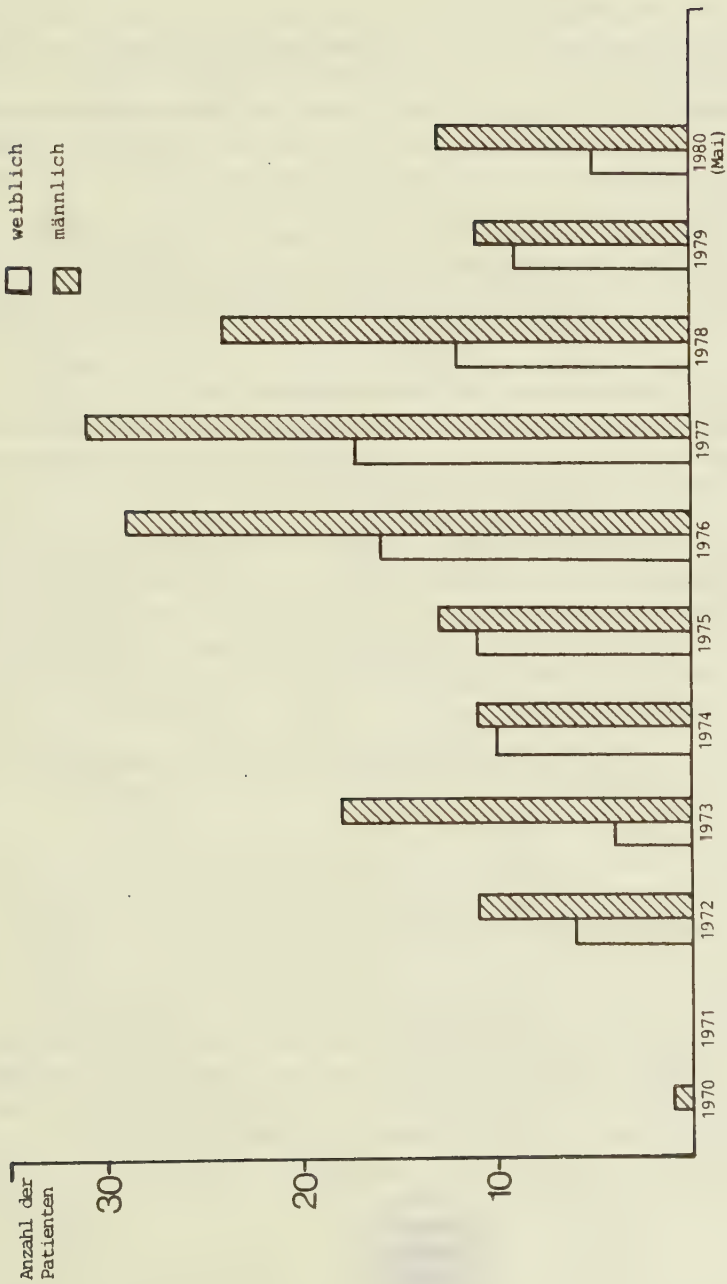


Abb. 1 Anzahl der Patienten pro Jahr

#### 4. Auswertungskriterien

Zunächst wurden aus dem stationär wegen einer Verbrühung oder Verbrennung aufgenommenen Krankenklientel diejenigen Patienten herausgesucht, bei denen zur Narkose Ketamine verwendet worden war. Das ergab für die Jahre 1970 bis Mai 1980 eine Patientenzahl von 275.

Der zweite Schritt bestand in der tabellarischen Zusammenfassung jedes einzelnen Patienten unter Berücksichtigung von Name, Geburtsdatum, Geschlecht, Körpergewicht, Art der Verletzung und deren Ausdehnung, Tag der Narkose und Behandlungsart. Bezüglich der Narkose waren wichtig die Dauer der Narkose, Applikationsmodus und Dosierung von Ketamine, sowie Prä- und Postmedikation. Außerdem wurde die Kreislaufreaktion mit dem Pulsfrequenzverhalten vor und während der Narkose zusammengefaßt. Eventuell aufgetretene Komplikationen wurden jeweils vermerkt.

Die anschließende Auswertung umfaßte die Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls, die Anzahl der Patienten pro Jahr von 1970 bis 1980 und die Zahl der einzelnen Narkosen pro Kind. Zudem wurden die Narkose bezüglich der Dauer und Dosierung von Ketamine sowie die Kreislaufsituation unter der Narkose analysiert.

Zur graphischen Darstellung wurden Säulendiagramme und Verlaufskurven verwendet.

### C. ERGEBNISSE

#### 1. Häufigkeiten

In den Jahren 1970 bis 1980 wurde bei insgesamt 314 Patienten eine Narkose mit Ketamine zur Behandlung einer Verbrühungs- oder Verbrennungswunde durchgeführt. Von diesen konnten aus technischen Gründen nur 275 Patienten mit 867 Narkosen für diese Studie berücksichtigt werden (Tabelle 1). Tabelle 1a und Abb.1

zeigen die zeitliche Verteilung der mit Ketamine behandelten Kinder nach Geschlecht getrennt in bezug auf die einzelnen Jahre. 1970 wurde bei einem Patienten die Narkose mit Ketamine durchgeführt, 1971 bei keinem Patienten, 1972 waren es: 17 Patienten, 1973: 22, 1974: 25, 1975: 31, 1976: 45, 1977: 48, 1978: 40, 1979: 28 und 1980 insgesamt 57 Patienten. Wie aus diesen Zahlen ersichtlich ist, wurde die Narkose mit Ketamine bei einer ab 1970 ansteigenden Zahl von Verbrühungspatienten angewendet, wobei sich seit 1976 eine etwa gleichbleibende Tendenz abzeichnet. Auffallend dabei ist vor allem der deutlich höhere Anteil der männlichen Patienten in jedem Jahr.

## 2. Alter

Um ein Narkotikum in seiner Wirkung richtig einschätzen zu können, muß man gerade im Kindesalter das Alter der Patienten berücksichtigen, in dem die Narkose durchgeführt wurde. Diese Untersuchung umfaßt Kinder im Alter von drei Monaten bis vierzehn Jahren. Betrachtet man die Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls, so fällt eine deutliche Häufung von Verbrühungs- und Verbrennungsunfällen bei Kindern im Alter von ein bis zwei Jahren auf mit 97 von insgesamt 275 Patienten, wobei bei sechs Kindern keine Altersangabe vorlag (Tabelle 2, Abb.2). Das entspricht einer Häufigkeit von 35,2% bezüglich 275 Patienten.

Im Alter von null bis einem Jahr verunglückten 40 Patienten (14.6%), von zwei bis drei Jahren 34 Patienten (12.5%), zwischen drei und vier Jahren 31 (11.3%) und von vier bis fünf Jahren 20 Patienten (7.2%). Zwischen dem fünften und achten Lebensjahr lag die Unfallhäufigkeit insgesamt nur bei 9.1%, nämlich 25 Patienten. Im Alter von acht bis zehn Jahren hatten 15 Kinder einen Verbrühungsunfall (5.5%) und von zehn bis vierzehn Jahren 7 Patienten (2.6%).

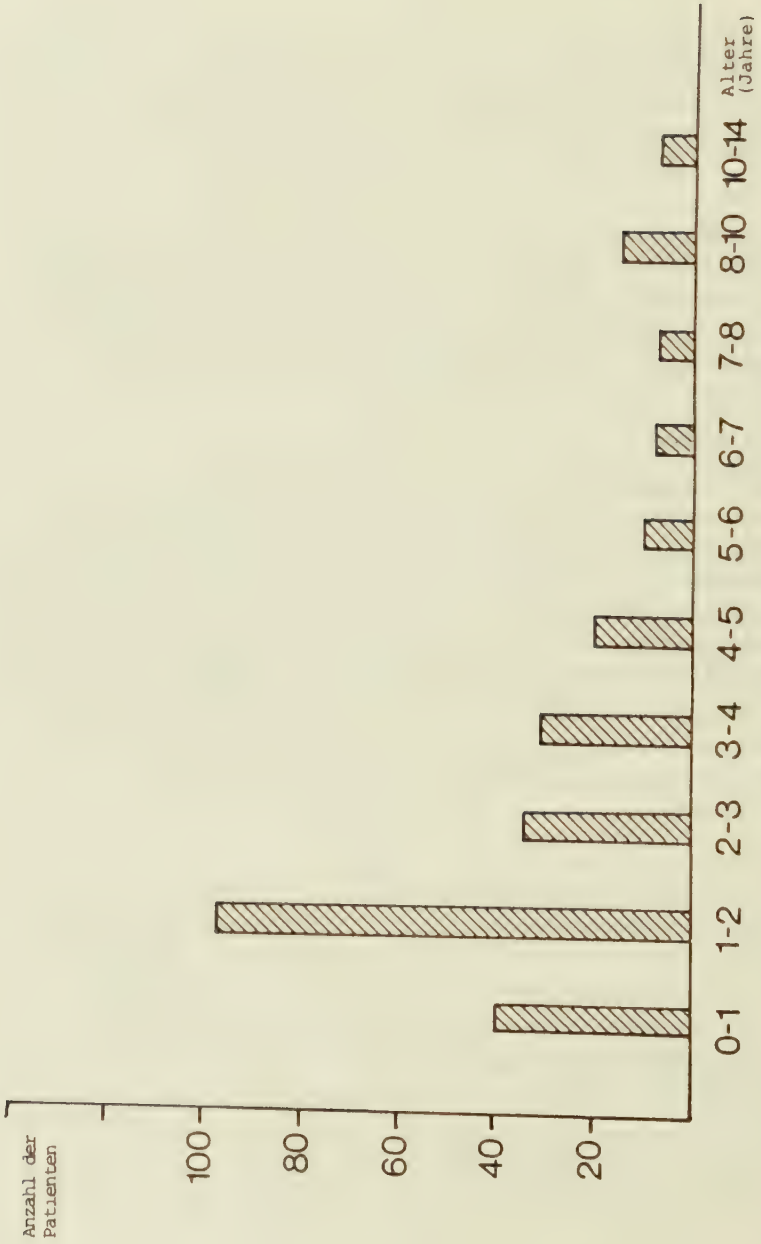


Abb. 2 Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls  
(n = 275), n = 6 ohne Altersangabe

Tabelle 2: Altersverteilung der Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls

n = 275, davon 6 Patienten ohne Altersangabe

| Alter            | 0-6<br>Mon | 6-12<br>Mon | 12-24<br>Mon | 2-3<br>Jah | 3-4<br>Jah | 4-5<br>Jah | 5-6<br>Jah | 6-7<br>Jah | 7-8<br>Jah | 8-10<br>Jah | 10-14<br>Jah |
|------------------|------------|-------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
| Anzahl<br>Kinder | 4          | 36          | 97           | 34         | 31         | 20         | 10         | 8          | 7          | 15          | 7            |

### 3. Unfallursache

Diese Untersuchung umfaßt die Ketamine-Narkosen zur Behandlung von Verbrühungs- und Verbrennungswunden. Von 275 Patienten wurde bei 226 Patienten als Unfallursache eine Verbrühung angegeben, das entspricht 82.2% (Tabelle 3, Abb.3). Nur bei 26 Patienten (9.4%) lag eine Verbrennung vor, wobei es sich in der Mehrzahl der Fälle um Grillverletzungen handelte. Eine Verbrennungswunde wurde von einem Stromschlag verursacht. Bei 23 Patienten (8.4%) lagen keine diesbezüglichen Angaben vor. Diese Untersuchung umfaßt also in überwiegender Zahl Verbrühungspatienten.

Tabelle 3: Unfallursache Verbrennung - Verbrühung:

Von n = 275 Patienten bei 226 (82.18%): Verbrühung,  
bei 26 ( 9.45%): Verbrennung,  
bei 23 ( 8.36%): keine Angabe

| Ursache              | Verbrennung | Verbrühung | keine Angabe |
|----------------------|-------------|------------|--------------|
| Anzahl der<br>Kinder | 26          | 226        | 23           |

Als Parameter für den Schweregrad zogen wir das Ausmaß der Verbrennungsfläche heran (Tabelle 4). Die Mehrzahl der Kinder hatte kleinere Verbrennungswunden. So waren bei 132 Patienten 0-5% der Körperoberfläche betroffen. 54 Patienten hatten eine Wundausdeh-

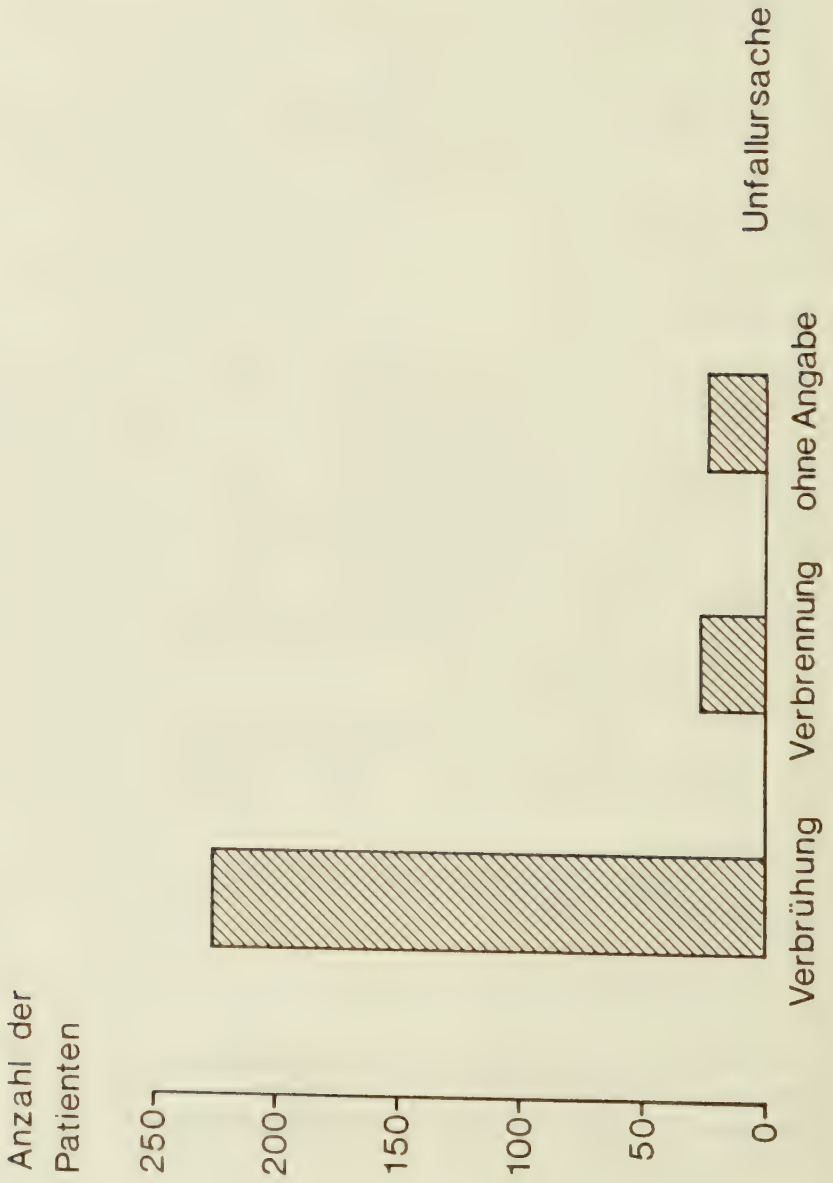


Abb. 3 Unfallursache

nung von 5-10%, 18 Kinder von 10-15% und 21 Kinder von 15-20%. 27 Patienten hatten eine Verbrennungsfläche von 20-50%, 11 Kinder waren durch 50-80%ige Verbrühungen schwer verletzt.

Tabelle 4: Verbrennungsfläche

n = 275, davon 12 ohne Flächenangabe

| Fläche<br>%      | 0-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | 20-25 | 25-30 | 30-35 | 35-40 | 40-50 | 50-80 |
|------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Anzahl<br>Kinder | 132 | 54   | 18    | 21    | 7     | 10    | 7     | 1     | 2     | 11    |

In der Regel handelte es sich um ein- bis zweigradige Verbrennungen, nur in wenigen Fällen lagen bei schwerer Verbrennung, meist in Verbindung mit einer größeren Wundfläche, drittgradige Verletzungen vor.

#### 4. Analyse der Ketamine-Narkosen

##### a) Anzahl der Narkosen pro Kind

Von der Art der Verletzung und dem Ausmaß der Verbrennungsfläche hängt es ab, wie häufig ein Kind in Narkose behandelt werden muß zu Verschorfung, Bäderbehandlung oder möglicher Transplantation. Um zu beurteilen, ob eine Gewöhnung des Organismus an Ketamine bei wiederholten Narkosen auftrat oder sich Komplikationen bei mehrmaliger Anwendung häuften, interessierte zunächst, wieviel Narkosen bei den einzelnen Kindern durchgeführt worden waren (Tabelle 5, Abb.4).

So wurde bei 218 Patienten nur eine einmalige Ketamine-Narkose durchgeführt, das entspricht 79.2% bei 275 Patienten. 27 Patienten bekamen zwei bis fünf Narkosen mit Ketamine (9.8%), 14 Patienten

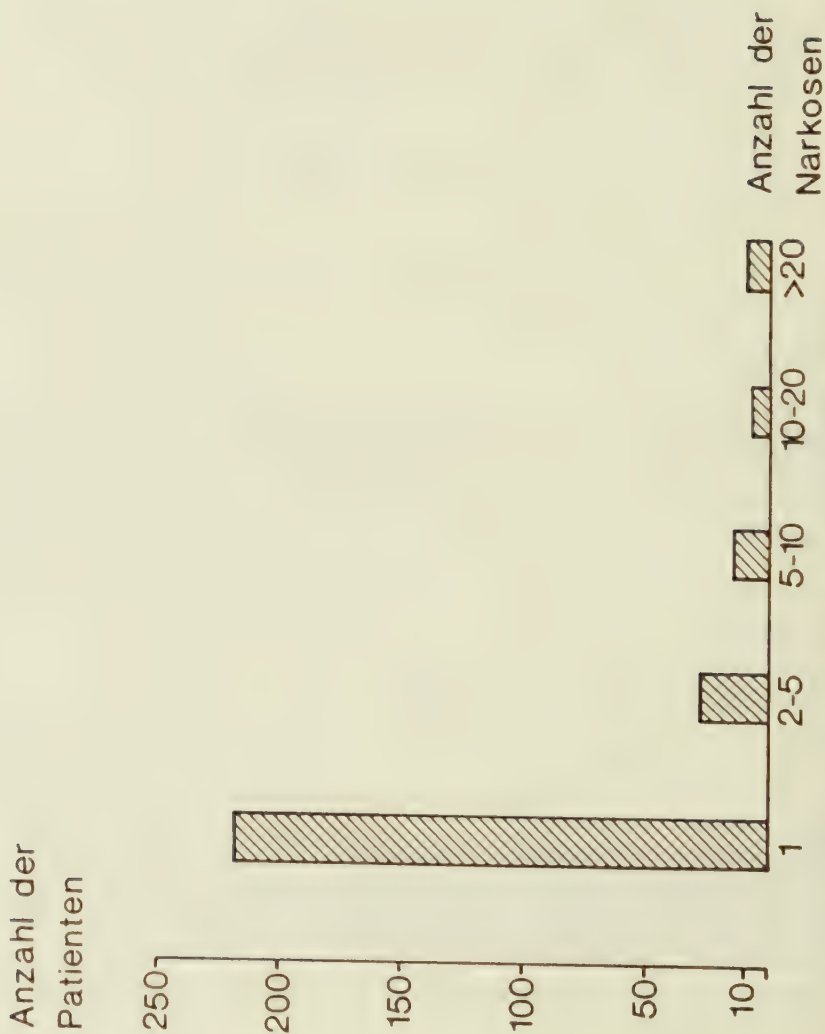


Abb. 4 Anzahl der Ketamine-Narkosen pro Kind  
(n = 275)

Tabelle 5: Anzahl der Narkosen pro Kind:

n = 275

| Anzahl der Narkosen | 1   | 2-5 | 5-10 | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 90-100 |
|---------------------|-----|-----|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Anzahl der Kinder   | 218 | 27  | 14   | 7     | 3     | 3     | 2     | 1      |

ten (5.1%) fünf bis 10 Narkosen, sieben Kinder (2.5%) 10 bis 20 Narkosen, jeweils drei Patienten 20 bis 30, und 30 Patienten bis 40 Narkosen. Im Bereich von 40 bis 50 Narkosen befanden sich zwei Kinder, und bei einem Patienten wurden mehr als 90 Narkosen mit Ketamine durchgeführt.

#### b) Narkosedauer

Bei der Versorgung von Verbrühungs- und Verbrennungswunden ist die Dauer der notwendigen Narkose abhängig vom Schweregrad der Verbrühung, insbesondere von der Ausdehnung der Wundfläche.

Wie oben gezeigt, handelte es sich meist um kleinere Verbrennungsflächen bis zu 10% der Körperoberfläche. In der Regel war daher nur eine Narkose von relativ kurzer Dauer notwendig. Es bestehen jedoch unterschiedliche Häufigkeiten für die verschiedenen Behandlungen der Verschorfung, Bad und Verbandwechsel sowie der Transplantation. Insgesamt wurden 867 Narkosen diesbezüglich untersucht, von denen 79 ohne Zeitangabe waren. Wie aus Tabelle 6 und Abb.5 ersichtlich, dauerte die Narkose in der Mehrzahl der Fälle 0-30 Minuten, insgesamt bei 428 Narkosen (49.4%). Vor allem bei der Behandlung mit Bad und Verbandwechsel benötigte man nur eine kurze Narkosedauer und findet hier mit 299 Narkosen den Häufigkeitsgipfel. Auch die Verschorfung wurde meist in 0-30 Minuten Narkosedauer durchgeführt bei insgesamt 125 Narkosen. Für eine Transplantation reichte diese kurze Narkosedauer jedoch meist nicht aus. Im Bereich von 30-60 Minu-

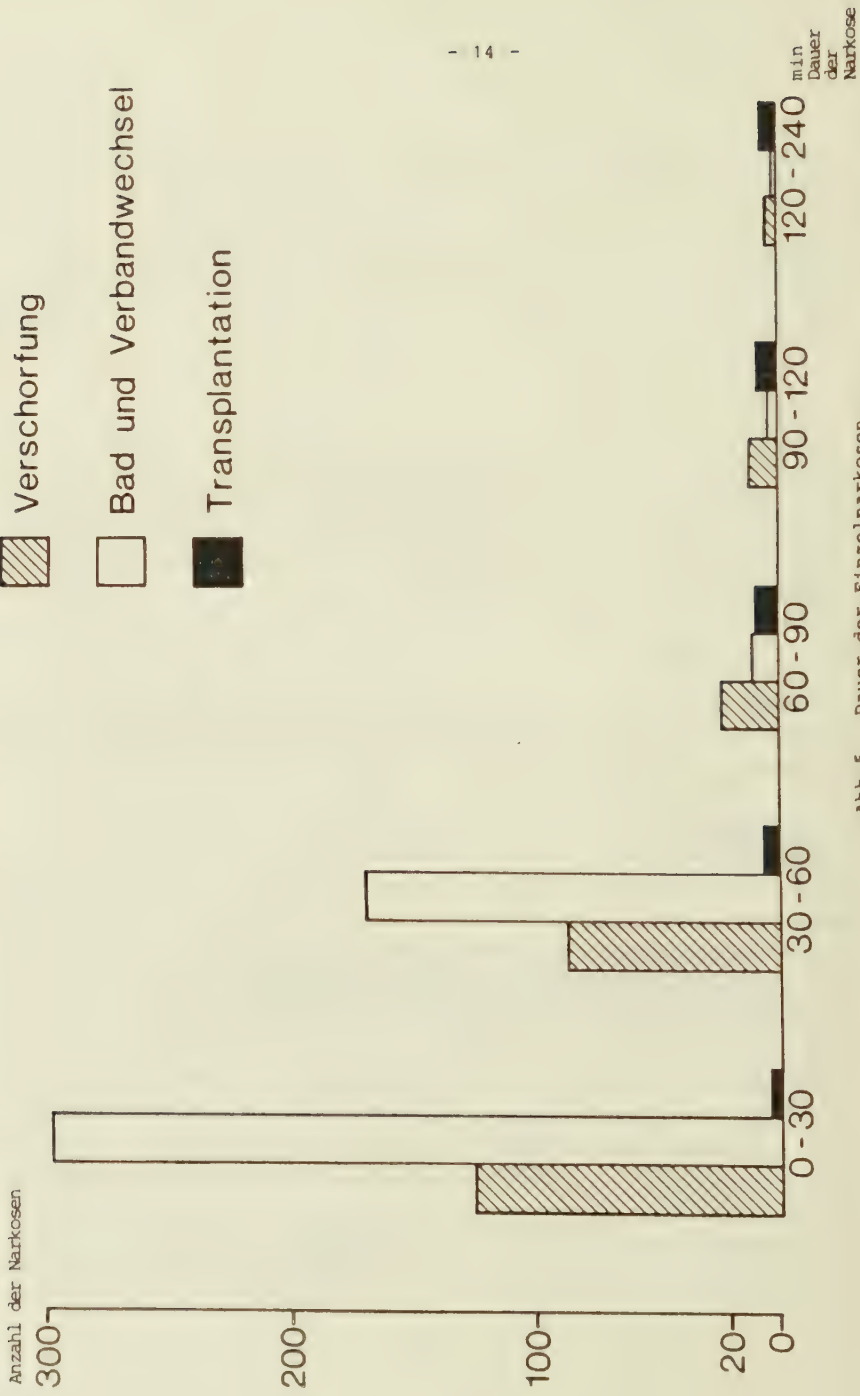


Abb. 5 Dauer der Einzelnarkosen  
(n = 867)

Tabelle 6: Dauer der Ketaminnarkosen

(insgesamt wurden 867 Narkosen untersucht,  
79 waren ohne Zeitangabe)

| Dauer<br>(min) | Verschorfung | Verbandwechsel<br>und Bad | Transplantation |
|----------------|--------------|---------------------------|-----------------|
| 0 - 30         | 125          | 299                       | 4               |
| 30 - 60        | 87           | 170                       | 6               |
| 60 - 90        | 24           | 11                        | 10              |
| 90 - 120       | 12           | 4                         | 9               |
| 120 - 150      | 4            | -                         | 3               |
| 150 - 180      | -            | -                         | 2               |
| 180 - 210      | -            | 1                         | 1               |
| 210 - 240      | 1            | -                         | -               |

ten lagen insgesamt 263 Narkosen (30.3%), wobei die anteilmäßige Verteilung mit 170 Narkosen bei Bad und Verbandwechsel, 87 Narkosen bei der Verschorfung und sechs Narkosen bei der Transplantation der vorherigen in etwa entspricht. Im Bereich von 60-90 Minuten lagen wesentlich weniger Narkosen, nur 45 (5.2%). Hier liegt die Mehrzahl der Narkosen mit 24 bei der Verschorfung, während bei Bad und Verbandwechsel elf, bei der Transplantation zehn Narkosen mit dieser Dauer durchgeführt wurden. Im Bereich 90-120 Minuten lagen mit insgesamt 25 Narkosen (2.9%) zwölf bei der Verschorfung, vier bei Bad und Verbandwechsel und neun bei Transplantation vor. Narkosen von 120-240 Minuten Dauer waren nur bei fünf Verschorfungen, einem Bad und Verbandwechsel und sechs Transplantationen notwendig, insgesamt bei 12 Narkosen (1.4%).

#### c) Dosierung von Ketamine

Wie oben bereits angegeben, gibt es für die Narkose mit Ketamine Richtwerte für die Dosierung. Dabei wird unterschieden zwischen 5 - 10 mg/kg Körpergewicht bei intramuskulärer Applika-

tion, 2 mg/kg Körpergewicht bei rein intravenöser Injektion und 1-2 mg/kg Körpergewicht/min bei der Verabreichung von Ketamine über die Infusionspumpe. In dieser Untersuchung interessierte insbesondere die Dosierung der intramuskulären, intravenösen und der gemischt initial intramuskulären mit anschließender intravenöser Applikation. Dabei verglichen wir vornehmlich, ob sich bei Verschorfung sowie Bad und Verbandwechsel unterschiedliche Dosierungen ergeben hatten (Tabelle 7, 7a-c). Für die Ermittlung waren von den 867 durchgeführten Narkosen nur 781 verwertbar. Bei 86 Narkosen lagen keine Dosierungsangaben vor. Die Transplantation wurde wegen der geringen Zahl von 35 Narkosen nicht in den Vergleich mit einbezogen (Tabelle 7c).

Zunächst sollen die Ergebnisse bei der Wundversorgung durch Verschorfung betrachtet werden (Tabelle 7a): hier wurden insgesamt 250 Narkosen mit Ketamine durchgeführt. In deutlich überwiegender Anzahl von 145 Narkosen wurde Ketamine dabei intravenös appliziert mit einem deutlichen Häufigkeitsgipfel bei der Dosierung von 0.05-0.1 mg/kg KG/min. Bis zu einer Höchstdosis von 0.6-0.8 mg/kg KG/min Ketamine bei einer Narkose ergab sich dann ein kontinuierlicher Abfall. Die gemischt intramuskuläre und intravenöse Applikation bei 78 Narkosen hatte ihren Häufigkeitsgipfel bei einer Dosierung von 0.2-0.25 mg/kg KG/min Ketamine. Die Narkose mit rein intramuskulärer Applikation wurde in 27 Fällen durchgeführt, wobei ein deutliches Dosierungsmaximum nicht zu bemerken ist.

Im Vergleich dazu wurden bei der Wundversorgung mit Bad und Verbandwechsel insgesamt 496 Narkosen mit Ketamine ausgeführt (Tabelle 7b). In überwiegender Anzahl von 323 Narkosen wurde hier Ketamine rein intramuskulär verabreicht. Die häufigste Dosierung liegt mit 106 Narkosen bei 0.25-0.3 mg/kg KG/min Ketamine, wobei jedoch in annähernd gleicher Fallzahl von 93 Narkosen eine Dosierung von 0.2-0.25 mg/kg KG/min Ketamine verwendet wurde. Die rein intravenöse Gabe von Ketamine wurde in

160 Fällen beschrieben mit 51 Narkosen bei einer Dosierung von 0.1-0.15 mg/kg KG/min. Relativ häufig, nämlich bei 32 Narkosen, wurde auch eine geringere Dosis von 0.05-0.1 mg/kg KG/min angegeben. Die Gabe von Ketamine gemischt i.m. und i.v. wurde bei dieser Behandlung nur in 13 Fällen beschrieben, was eine detaillierte Beurteilung nicht möglich macht.

Tabelle 7: Dosierung von Ketamine

getrennt nach Transplantation, Bad und Verschorfung  
(von den insgesamt 867 Narkosen waren nur 781 verwertbar, da bei 86 Narkosen keine Dosierung angegeben war)

| Dosis      | Verschorfung | Transplantation | Bad |
|------------|--------------|-----------------|-----|
| 0.05 - 0.1 | 42           | 4               | 32  |
| 0.1 - 0.15 | 39           | 4               | 65  |
| 0.15 - 0.2 | 40           | 2               | 68  |
| 0.2 - 0.25 | 47           | 9               | 105 |
| 0.25 - 0.3 | 26           | 6               | 127 |
| 0.3 - 0.35 | 20           | 3               | 58  |
| 0.35 - 0.4 | 13           | 1               | 16  |
| 0.4 - 0.6  | 16           | 4               | 26  |
| 0.6 - 0.8  | 2            | 1               | 4   |
| 0.8 - 1.0  | 1            | -               | -   |

Tabelle 7a: Dosierung von Ketamine bei Verschorfung  
(250 Narkosen)

| Dosis<br>mg/kg KG/min | i.m. | i.m. + i.v. | i.v. |
|-----------------------|------|-------------|------|
| 0.05 - 0.1            | 1    | 2           | 41   |
| 0.1 - 0.15            | 3    | 13          | 25   |
| 0.15 - 0.2            | 5    | 16          | 20   |
| 0.2 - 0.25            | 6    | 22          | 24   |
| 0.25 - 0.3            | 6    | 7           | 10   |
| 0.3 - 0.35            | -    | 6           | 12   |
| 0.35 - 0.4            | 2    | 6           | 4    |
| 0.4 - 0.6             | 3    | 5           | 8    |
| 0.6 - 0.8             | -    | 1           | 1    |
| 0.8 - 1.0             | 1    | -           | -    |
|                       | 27   | 78          | 145  |

Tabelle 7b: Dosierung von Ketamine bei Bad und Verband-  
wechsel (496 Narkosen)

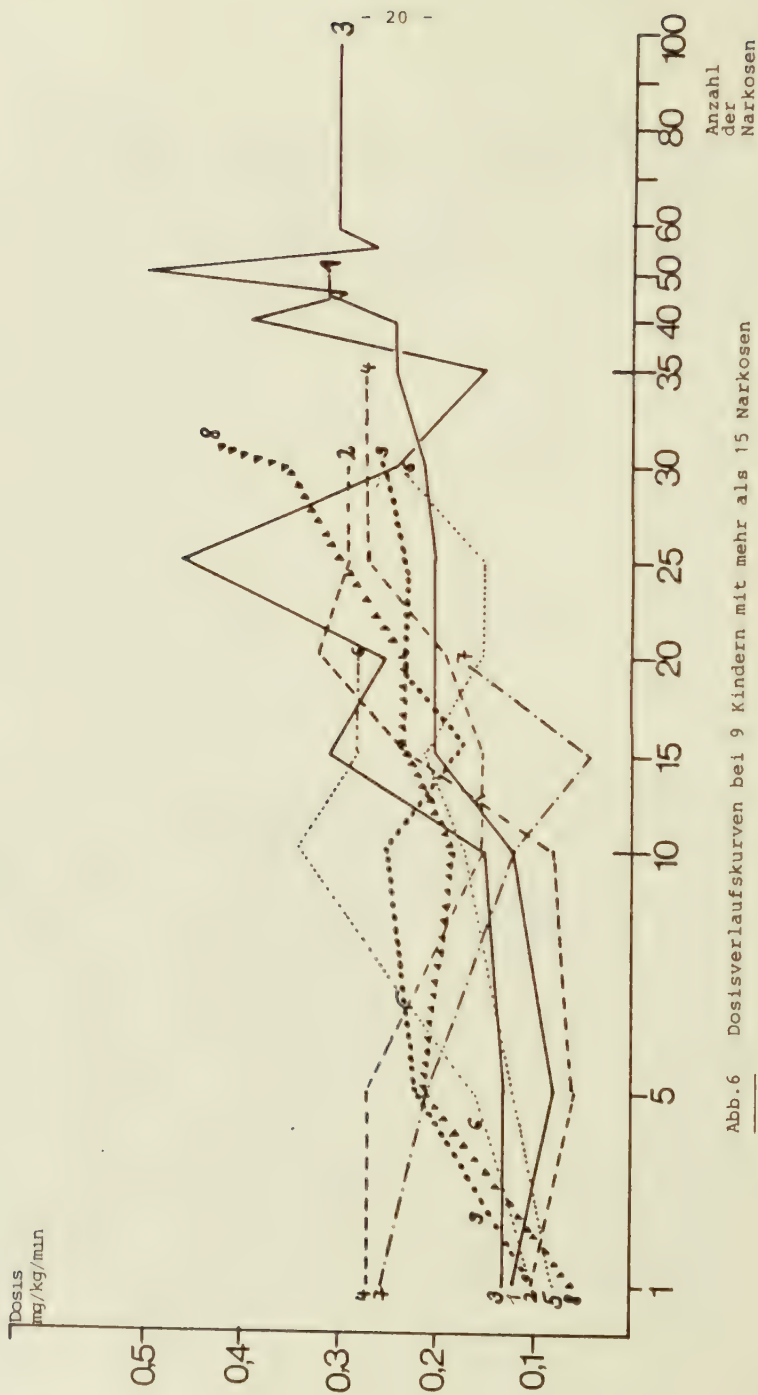
| Dosis<br>mg/kg KG/min | i.m. | i.m. + i.v. | i.v. |
|-----------------------|------|-------------|------|
| 0.05 - 0.1            | 4    | -           | 32   |
| 0.1 - 0.15            | 23   | 1           | 51   |
| 0.15 - 0.2            | 47   | -           | 28   |
| 0.2 - 0.25            | 93   | -           | 15   |
| 0.25 - 0.3            | 106  | 7           | 16   |
| 0.3 - 0.35            | 25   | -           | 9    |
| 0.35 - 0.4            | 8    | 5           | 4    |
| 0.4 - 0.6             | 12   | -           | 5    |
| 0.6 - 0.8             | 5    | -           | -    |
| 0.8 - 1.0             | -    | -           | -    |
|                       | 323  | 13          | 160  |

Tabelle 7c: Dosierung von Ketamine bei Transplantation  
(35 Narkosen)

| Dosis<br>mg/kg KG/min | i.m. | i.m. + i.v. | i.v. |
|-----------------------|------|-------------|------|
| 0.05 - 0.1            | 2    | -           | 2    |
| 0.1 - 0.15            | -    | 2           | 2    |
| 0.15 - 0.2            | -    | 1           | 2    |
| 0.2 - 0.25            | -    | -           | 8    |
| 0.25 - 0.3            | 1    | 3           | 2    |
| 0.3 - 0.35            | -    | 1           | 1    |
| 0.35 - 0.4            | -    | 1           | -    |
| 0.4 - 0.6             | 1    | 4           | 1    |
| 0.6 - 0.8             | -    | -           | 1    |
| 0.8 - 1.0             | -    | -           | -    |

d) Dosisverlaufskurven bei Kindern mit mehr als 15 Narkosen

Um beurteilen zu können, ob bei wiederholter Anwendung von Ketamine eine Gewöhnung des Organismus an das Narkotikum eintritt, stellten wir Beobachtungen über die Dosierung von Ketamine im Verlaufe mehrerer wiederholter Narkosen an. Dazu wurde ein Patientenkollekt von Kindern ausgewählt, die jeweils mehr als 15 Narkosen im Laufe der Behandlung ihrer Verbrühungs- oder Verbrennungswunde erhalten hatten. Dies betraf neun Kinder. Aus Gründen der Übersichtlichkeit betrachten wir jeweils jede fünfte durchgeführte Narkose mit Ketamine, wobei der Applikationsmodus unberücksichtigt bleibt. Die Dosisverlaufskurven der einzelnen Patienten sind in Abb.6 zu sehen. Um eine gültige Aussage machen zu können, wurden aus den Angaben dieser neun Kurven die jeweiligen Mittelwerte errechnet und graphisch dargestellt (Abb.7). Wie hieraus ersichtlich ist, stieg die durchschnittliche Dosierung von 0.14 mg/kg KG/min Ketamine bei der



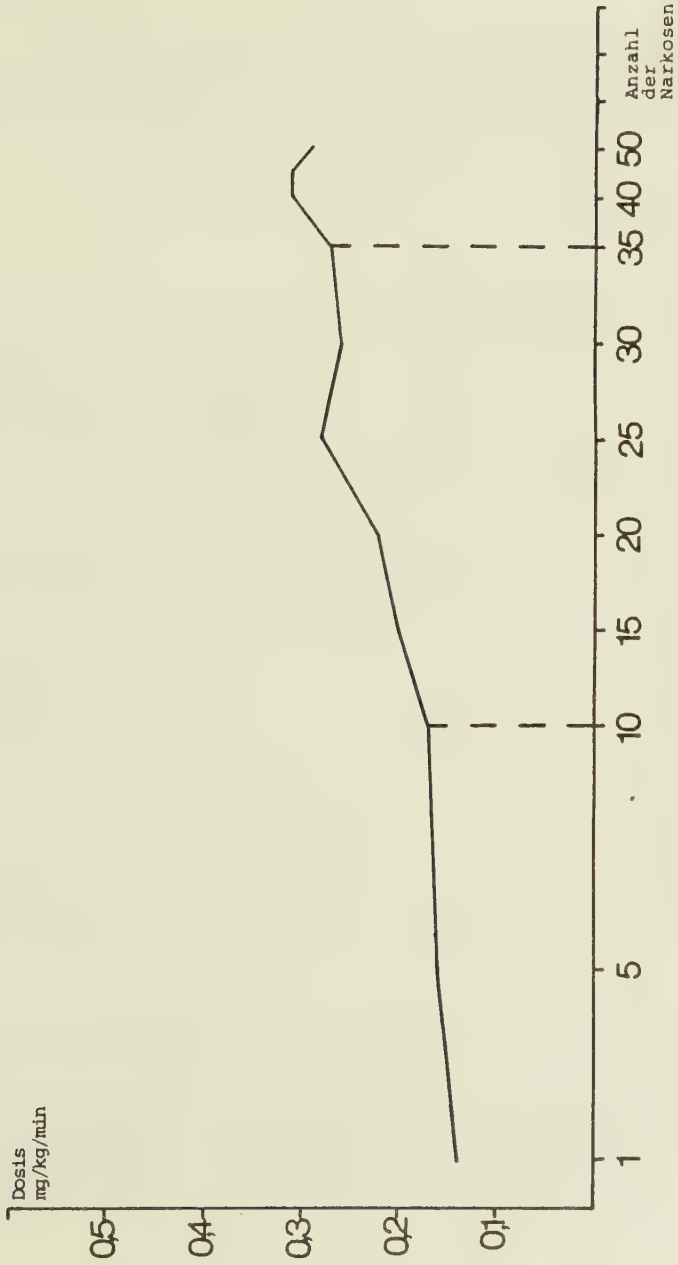


Abb. 7 Mittelwertskurve der Dosisverlaufskurven bei 9 Kindern  
mit mehr als 15 Narkosen

ersten Narkose kontinuierlich über 0.17 mg/kg KG/min bei 10 Narkosen auf 0.29 mg/kg KG/min Ketamine bei 50 Narkosen an (Abb. 6, Patient 3), wobei ab der 65. Narkose die gleichbleibende Dosierung von 0.3 mg/kg KG/min Ketamine verwendet wurde. Es findet sich also ein mittlerer Anstieg der Dosierung von 0.15 mg/kg KG/min von der ersten zur 50. Narkose.

## 5. Nebenwirkungen unter Ketamine

Um die Verwendbarkeit eines Narkotikums beurteilen zu können, müssen ganz wesentlich auch eventuell aufgetretene Nebenwirkungen unter der Narkose untersucht werden. In unserem Krankengut von 275 untersuchten Patienten sind nur in 17 Fällen (6.16%) Erscheinungen angegeben, die während oder kurz nach der Narkose mit Ketamine aufgetreten sind (Tabelle 8).

Das Auftreten einer leichten Bewegungsunruhe, Abwehrbewegungen beim Aufwachen und Lautäußerungen unter der Ketamine-Narkose sind von anderen Autoren oft beschrieben worden und wurden in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt.

Eine Beeinträchtigung der Atmung ist in sechs Fällen berichtet worden, das entspricht 2.18% von 275 Patienten. In vier Fällen wurde unregelmäßige Atemtätigkeit, in einem Fall behinderte Expiration und in einem Fall ein vorübergehender Atemstillstand nach Applikation von 100 mg Ketamine i.v. beobachtet. Bei drei Patienten (1.09%) trat ein Laryngospasmus ein, der jeweils die sofortige Intubation erforderlich machte. Bei ebenfalls drei Patienten trat ein feinfleckiges Exanthem auf. Bei jeweils 2 Patienten (je 0.72%) kam es zu starker Verschleimung nach der Narkose bzw. postoperativem Erbrechen. Ein Fall reagierte mit Myoklonien.

Bei einer Patientin mußte die Narkose wegen allergischer Schockreaktion auf eine Infusionslösung abgebrochen werden (Anm.1).

- 
- 1) Die 3jährige Patientin Helga H. mit einer Verbrühungsverletzung von 30-35% der Körperoberfläche (20% drittgradig) verstarb 9 Wochen nach dem Unfall. Bei einer der zahlreichen Narkosen mit Ketamine zeigten sich 10 Minuten nach Narkosebeginn nach Beginn einer Infusion Schocksymptome, die zum Abbruch der Narkose zwang. Nachfolgende Narkosen mit Ketamine wurden gut toleriert.

Insgesamt sind bei 6.16% der 275 Patienten deutliche Ereignisse unter Ketamine angegeben, die alle als Begleiterscheinungen von Ketamine von anderen Autoren bereits beschrieben worden sind (3, 5, 6, 15).

Tabelle 8: Ereignisse während einer Narkose mit Ketamine  
n = 275

|                                                | Zahl der<br>Patienten | %    |
|------------------------------------------------|-----------------------|------|
| Atmung: behinderte Expiration                  | 1                     |      |
| unregelmäßige Atmung                           | 4                     |      |
| Atemstillstand nach 100 mg K <sup>R</sup> i.v. | <u>1</u><br>6         | 2.18 |
| Laryngospasmus                                 | 3                     | 1.09 |
| feinfleckiges Exanthem                         | 3                     | 1.09 |
| starke Verschleimung                           | 2                     | 0.72 |
| postoperatives Erbrechen                       | 2                     | 0.72 |
| Myoklonien                                     | 1                     | 0.36 |
|                                                | n = 17                | 6.16 |

Auch konnten wir unter Ketamine einen Anstieg des Blutdrucks sowie der Pulsfrequenz beobachten. Zur Beurteilung der Kreislaufreaktion unter Ketamine zogen wir das Verhalten der Pulsfrequenz heran. Diesbezüglich verwertbare Angaben fanden wir für 205 Narkosen bei 151 Kindern (Tabelle 9).

Gemessen wurde kurz vor der Narkose und fünf Minuten nach Narkosebeginn. Berechnet man den prozentualen Anstieg bzw. Abfall der Herzfrequenz aus diesen beiden Werten, so ergibt sich eine Verteilung des Herzfrequenzverhaltens unter Ketamine, wie sie

Tabelle 9: Pulsfrequenzverhalten unter Ketamine  
bei 205 Narkosen bei 151 Kindern

| prozentuierte<br>Änderung (%) | <-10 | -10-(-5) | -5-0 | 0-5 | 5-10 | 10-20 | >20 |
|-------------------------------|------|----------|------|-----|------|-------|-----|
| Anzahl der<br>Patienten       | 19   | 23       | 4    | 66  | 35   | 41    | 17  |

aus Tabelle 9 und Abb. 8 ersichtlich ist. Eine Pulsfrequenzsteigerung war bei insgesamt 159 (77%) Narkosen zu finden. In der Mehrzahl der Fälle (66 Narkosen) lag der Anstieg zwischen 0 - 5%; bei 35 Narkosen zwischen 5 - 10%, bei 41 Narkosen zwischen 10 - 20% und bei 17 Narkosen über 20%.

Bei einer deutlich geringeren Anzahl von insgesamt 49 Narkosen war ein Abfall der Pulsfrequenz zu verzeichnen. Davon lagen vier Narkosen im Bereich von 0-(-5)%, 23 Narkosen zwischen -5 und -10% und 19 Narkosen im Bereich kleiner -10%.



Abb. 8 Herzfrequenzänderung bei 205 Narkosen

#### D. DISKUSSION

Die Behandlung einer Verbrühung oder Verbrennung im Kindesalter mit Ketamine-Narkose gewann in den letzten Jahren sehr stark an Bedeutung. Ketamine wird allgemein als 'dissoziierendes' Anästhetikum bezeichnet, da es afferente Impulse im Diencephalon und den assoziierten Bahnen im Cortex blockiert, die Funktion der Formatio reticularis im Hirnstammbereich jedoch erhalten bleibt. In dieser Studie wurden insgesamt 781 Narkosen mit Ketamine bei 252 Patienten über einen zehnjährigen Behandlungszeitraum untersucht.

Es wurden dabei Kinder im Alter von drei Monaten bis 14 Jahren behandelt. Eine deutliche Häufung der Unfälle fand sich dabei im Alter von ein bis zwei Jahren, wobei der Anteil der männlichen Patienten deutlich überwog. In der Mehrzahl der Fälle lagen kleinere Verbrühungsverletzungen 1. - 2. Grades vor, so daß meist nur eine einmalige Narkosebehandlung durchgeführt werden mußte. Ein Patient erhielt insgesamt 98 Ketamine-Narkosen; es handelte sich um einen zehnjährigen Patienten mit einer vorwiegend tief drittgradigen Stichflammenverletzung von 40 - 50% der Körperoberfläche, bei dem über fünf Monate lang zweitägig Narkosen notwendig waren, die alle problemlos mit Ketamine durchgeführt werden konnten. Auch wiederholte Narkosen mit Ketamine wurden von den Patienten gut toleriert. Wie die Mittelwertskurve der einzelnen Dosisverlaufskurven bei Kindern mit mehr als 15 Narkosen zeigt, fand sich ein mittlerer Anstieg der Dosierung von 0.15 mg/kg KG/min im Vergleich der ersten zur fünfzigsten Narkose. Bei steigender Anzahl von Wiederholungsnarkosen mit Ketamine tritt eine gewisse Toleranz gegenüber dem Narkotikum ein, die eine steigende Dosierung notwendig erscheinen läßt. Innerhalb der ersten zehn Narkosen ist der mittlere Anstieg der Dosierung jedoch recht gering mit 0.03 mg/kg KG/min Ketamine. Bedenkt man, daß die Mehrzahl der Patienten weniger als zehn Narkosen er-

hält (Tabelle 5, Abb.4), so erscheint diese Toleranzentwicklung in der Praxis relativ unerheblich. Auch DEMLING fand eine Dosissteigerung bei mehr als vier Narkosen um 2 mg/kg Ketamine intramuskulär (2). KLOSE und PETER verzeichneten bei mehreren aufeinanderfolgenden Narkosen bei Erwachsenen keine nennenswerte Dosisänderung (5).

Die Dosis ist unter anderem abhängig von der Dauer der Narkose, die mit der jeweiligen Behandlungsart korreliert. In den meisten Fällen, besonders bei Verschorfung oder Bad und Verbandwechsel, dauerte die Narkose nach intramuskulärer oder kombinierter Injektion etwa 30 Minuten (Tabelle 6, Abb.5). WILSON errechnete eine mittlere Narkosedauer von 37.4 Minuten nach 8 mg/kg KG Ketamine, intramuskulär injiziert, SCHMIDT nach 10 mg/kg KG intramuskulär 15 - 20 Minuten (15, 19). Diese Ergebnisse entsprechen den Forderungen nach einer möglichst kurzen Narkosedauer bei der Behandlung von Verbrühungen im Kindesalter.

Wie sich zeigte, hing die Dosierung von Ketamine von der jeweiligen Art der Behandlung ab. Bei der Verschorfung wurde die Narkose überwiegend intravenös durchgeführt in einer Dosierung von 0.05 - 0.1 mg/kg KG/min, bei kombinierter Applikation war eine deutliche Verschiebung zu höheren Dosierungen von 0.2 - 0.25 mg/kg KG/min festzustellen (Tabelle 7a). Im Gegensatz dazu wurde bei Bad und Verbandwechsel die intramuskuläre Injektion von Ketamine in einer Dosierung von 0.23 - 0.3 mg/kg KG/min bevorzugt. Auch hier war eine deutlich geringere Dosis von 0.1 - 0.15 mg/kg KG/min bei rein intravenöser Applikation erforderlich. Recht häufig reichte auch eine niedrigere Dosierung von 0.05 - 0.1 mg/kg KG/min aus (Tabelle 7b). WILSON gab im Vergleich hierzu bei kombinierter Injektion eine Dosierung von 1.15 mg/kg KG/min bei der Akutbehandlung seiner Patienten an (19). KLOSE verabreichte bei Kindern bis zum 10. Lebensjahr Ketamine kombiniert in einer Dosis von  $0.2 \pm 0.01$  mg/kg KG/min (5). OVERTON gab Ketamine wiederholt nach 30 Minu-

ten intramuskulär 10 mg/kg KG/min, das entspricht in etwa 0.33 mg/kg KG/min (10). Diese Angaben stimmen annähernd mit den Ergebnissen dieser Studie überein.

Im Vergleich der Dosierung von Ketamine bei der Behandlung mit Verschorfung oder Bad und Verbandwechsel findet man demnach unterschiedliche Häufigkeiten der Dosierung je nach Applikationsmodus. Bei der Verschorfung wurde eine größere Anzahl von Narkosen rein intravenös mit sehr niedriger Dosis durchgeführt. Für die wiederholten Narkosen bei Bad und Verbandwechsel bevorzugte man die rein intramuskuläre Verabreichung des Narkosemittels, was gerade bei Kindern sehr vorteilhaft ist, in einem höheren Dosierungsbereich.

Bei der Untersuchung der Reaktion des Herz-Kreislauf-Systems auf Ketamine fand sich deutlich überwiegend eine Pulsfrequenzsteigerung (Tabelle 9, Abb.8). Die gelegentlich beobachtete Abnahme der Pulsfrequenz kann nicht in unmittelbaren Zusammenhang mit der Wirkung von Ketamine gebracht werden und ist wohl am ehesten als Reaktion auf eine leichte Hypovolämie im Rahmen der Grunderkrankung zu werten. Diese Ergebnisse entsprechen den auch bei anderen Autoren gefundenen Angaben über die kreislaufstabilisierende Wirkung von Ketamine (10, 5, 19).

Nebenwirkungen von Ketamine traten während des 10jährigen Beobachtungszeitraums nur in sehr seltenen Fällen auf (Tabelle 8). Am häufigsten wurde die Atmung beeinträchtigt in Form von unregelmäßiger Atemtätigkeit oder behinderter Expiration. Auch KLOSE beschrieb bei einem Patienten kurzzeitige krampfartige Atembewegungen, die durch Nachinjektion von Ketamine gelöst werden konnten (5). Es handelt sich bei dieser Reaktion wohl weniger um direkte Nebenwirkungen von Ketamine, sondern eher um Erscheinungen bei Unterdosierung während der Narkose (3). In der Literatur wurden auch gelegentlich aufgetretene rhythmische und faszikuläre Muskelbewegungen beschrieben, wohl als Folge fehlender depressiver Wirkung in bestimmten retikulären

Bezirken bei gleichzeitiger Ausschaltung der hemmenden Wirkung der Großhirnrinde (6). Der in einem Fall aufgetretene vorübergehende Atemstillstand ist auf die rasche intravenöse Injektion einer hohen Dosis Ketamine zurückzuführen. STEWARD beschrieb ebenfalls die Möglichkeit kurzzeitiger Apnoe nach der Narkoseeinleitung (17). GOMBOTZ fand Atemdepression und Cyanose nach rascher intravenöser Injektion, die mit Maskenbeatmung leicht beherrschbar war (3).

Außerdem trat in drei Fällen ein Laryngospasmus auf, was auch schon von anderen Autoren beschrieben worden war (16, 15). Dies machte jeweils die Intubation erforderlich. Allergische Reaktionen traten in drei Fällen auf in Form eines kleinfleckigen, flüchtigen Exanthems. Bei einer Patientin mußte die Narkose wegen einer schweren allergischen Reaktion abgebrochen werden; es handelte sich dabei um ein 3jähriges Mädchen mit einer Verbrühungsverletzung von 30 - 35% der Körperoberfläche, wobei 30% als drittgradig anzusehen waren. Die Patientin hatte bereits mehrere Narkosen mit Ketamine problemlos toleriert, reagierte jedoch einmal nach einer Narkosedauer von 10 Minuten nach Beginn einer Plasmainfusion mit einem allergischen Schock. Man kann hier wohl am ehesten von einer allergischen Reaktion auf Plasma ausgehen, da auch nachfolgende Narkosen mit Ketamine wieder gut toleriert wurden.

Bei einer eineinhalbjährigen Patientin mit einer 3.5%igen Verbrühung vorwiegend 2.Grades traten nach 30 Minuten Ketamine-Narkose ein Laryngospasmus und eine Bradykardie von 70/min auf. Es war zusätzlich der rechte Hauptbronchus durch eine aspirierte Nuß verlegt. Die Bradykardie ist wohl als reflektorisch anzusehen und besserte sich nach Injektion von 0.5 ml Atropin, so daß die Narkose fortgesetzt werden konnte.

Eine ausgeprägte Hypotonie von 40 mm Hg systolisch ereignete sich bei der Verschorfungsbehandlung eines einjährigen Mädchens mit einer 25%igen zweitgradigen Verbrühung nach starker Wundblutung. Nach ausreichender Flüssigkeitssubstitution stabi-

lisierte sich der Blutdruck, die Narkose konnte weiter mit Ketamine durchgeführt werden. Auch andere Autoren beschrieben unter der Narkose ausgeprägte hypotone Erscheinungen bei Hypovolämie im Rahmen der Verbrennungskrankheit (3, 5).

Insgesamt bietet die Narkose mit Ketamine bei Verbrühungen gerade im Kindesalter Vorteile gegenüber Inhalationsnarkosen mit Halothan oder der Neuroleptanalgesie mit Droperidol und Fentanyl.

Insbesondere die Möglichkeit einer intramuskulären Narkoseeinleitung ist bei Kindern angenehm, da der initiale Zugang zu einer peripheren Vene manchmal schwierig sein kann. Bei kleineren Wundflächen reicht diese einmalige Dosis oft aus.

Im Gegensatz zu Halothan oder Thiopental wirkt Ketamine nicht atemdepressiv, und so kann die Narkose bei erhaltenen Laryngealreflexen im allgemeinen unter Spontanatmung ausgeführt werden. Bei Verbrühungswunden sind häufig auch Gesicht und obere Körperhälfte betroffen. Da unter Ketamine auf eine Maskenatmung oder Intubation in der Regel verzichtet werden kann, bleibt so in diesen Fällen das Operationsfeld frei. Ketamine verringert außerdem den Bronchialwiderstand und kann, im Gegensatz zu Thiopental, auch bei Asthma bronchiale zur Narkose verwendet werden. Die Injektionsanästhetika Thiopental und Propanidid setzen in höherer Dosis Histamin frei und sind so bei Patienten mit allergischer Anamnese zur Narkose nicht geeignet.

Ketamine hat aufgrund seiner sympathomimetischen Wirkungen einen kreislaufstabilisierenden Effekt, indem es den mittleren arteriellen Druck durch Steigerung der Herzfrequenz und des Herzzeitvolumens anhebt (13, 7). Unter Halothan kommt es zu einer Kreislaufdepression mit Verminderung des Herzzeitvolumens durch Dilatation des venösen Gefäßbettes und Herabsetzung des totalen peripheren Widerstandes (13). Ein Blutdruckabfall

ist daher, wie auch bei den Barbituraten oder der Neuroleptanalgesie, die Regel. Als Ursache hierfür ist wohl die verminderte Freisetzung von Katecholaminen unter Halothan anzusehen. Mit Ketamine ist es möglich, Patienten im Schockzustand nach ausreichender Volumensubstitution zu behandeln.

Auch bei wiederholter Anwendung von Ketamine wurden keine Anzeichen für eine somatotoxische Wirkung an Leber, Nieren oder Herz gefunden. Dies bietet einen deutlichen Vorteil gegenüber der mehrmaligen Anwendung von Halothan, dessen hepatotoxische Wirkung bei Kindern zwar umstritten ist, in der Literatur in einigen Fällen als Ursache eines Leberschadens jedoch nicht ausgeschlossen werden konnte.

Da bei einigen Patienten in der Aufwachphase das Auftreten von Alpträumen berichtet wurde, sollte eine Narkose mit Ketamine mit Diazepam kombiniert werden. Bei Patienten mit Herzinsuffizienz ist die Narkose mit Ketamine kontraindiziert wegen des darunter erhöhten myocardialen Sauerstoffverbrauches. Ebenso sollte bei Operationen im Larynxbereich wegen der Gefahr eines Laryngospasmus eine Intubationsnarkose vorgezogen werden. Ketamine hat im Gegensatz zu Halothan keine immun-suppressive Wirkung (17), was gerade im Hinblick auf die Komplikationen bei Verbrühungswunden in Form von Wundinfektion und Sepsis wichtig ist. Da unter der Narkose mit Ketamine im Elektroenzephalogramm Krampfpotentiale gefunden wurden (13), stellen Krampfäquivalente in der Anamnese eines Patienten eine Kontraindikation für die Verwendung für Ketamine dar. Außerdem sollte auch bei Vorliegen eines erhöhten intrakraniellen Druckes auf Ketamine verzichtet werden, da dieses den intrakraniellen Blutdurchfluß erhöht und zu einer Steigerung des intrakraniellen Druckes führen kann (17).

Insgesamt hat sich Ketamine als Anästhetikum bei der Behandlung von Verbrühungen und Verbrennungen im Kindesalter über einen Beobachtungszeitraum von 10 Jahren gut bewährt, da es etliche Vorteile gegenüber anderen Narkosemitteln bietet und eine relativ niedrige Nebenwirkungsrate aufweist.

## E. ZUSAMMENFASSUNG

Die Grundlage für diese statistische Untersuchung über das Narkoseverfahren mit Ketamine bei Verbrühungen und Verbrennungen im Kindesalter bilden 275 Patienten mit 867 Narkosen über einen Zeitraum von 1970 bis Mai 1980.

Eine Verletzung durch Verbrühung oder Verbrennung betraf meist Kinder im Alter von ein bis zwei Jahren. Männliche Patienten waren häufiger. Es lagen vorwiegend kleinere Verbrühungsverletzungen 1. - 2. Grades vor.

Bei wiederholten Narkosen mit Ketamine zeigte sich ein leichter mittlerer Dosierungsanstieg bei 50 Folgenarkosen.

Die Dosis zeigte eine Korrelation zur Dauer der jeweiligen Behandlungsart der Verschorfung, Bad und Verbandwechsel sowie Transplantation. Bei Verschorfung oder Bad und Verbandwechsel dauerte die Narkose durchschnittlich 30 Minuten.

Ebenfalls Einfluß auf die Höhe der Dosis zeigte die Applikationsweise von Ketamine. Bei der Verschorfung wurde eine größere Anzahl von Narkosen rein intravenös mit sehr niedriger Dosis durchgeführt. Für die wiederholten Narkosen bei Bad und Verbandwechsel bevorzugte man die rein intramuskuläre Verabreichung von Ketamine in einem höheren Dosierungsbereich. Bei Transplantationen wurde die rein intravenöse sowie die kombinierte Applikation in einer durchschnittlich höheren Dosis gegeben.

Die Reaktion des Herz-Kreislauf-Systems auf Ketamine wurde untersucht. Es fand sich eine kreislaufstabilisierende Wirkung mit Pulsfrequenzanstieg.

Es wurde die Häufigkeit aufgetretener Nebenwirkungen unter Ketamine untersucht, wobei am häufigsten die Atmung beeinträchtigt war. Außerdem fanden sich vereinzelt Laryngospasmus und

geringe allergische Reaktionen, die in jedem Fall gut beherrschbar waren.

Abschließend wurden der Narkosetechnik mit Ketamine bei Verbrühungen und Verbrennungen andere Narkoseverfahren mit Inhalationsnarkotika wie Halothan oder die Neuroleptanalgesie mit Droperidol und Fentanyl vergleichend gegenübergestellt.

F. LITERATURANGABEN

- 1) Butenandt I., Coerd, I.: Verbrennungen im Kindesalter. Enke Verlag, Stuttgart (1979)
- 2) Demling, R.H., Ellerbe, S., Jarrett, F.: Ketamine Anesthesia for Tangential Excision of Burn Eschar: A Burn Unit. J. Trauma, Vol.18, Nr.5 (1978)
- 3) Gombotz, H.: Anästhesiologische Probleme bei Verbrennungen im Kindesalter. Institut für Anästhesiologie, Universität Graz (1980)
- 4) Grob, M.: Lehrbuch der Kinderchirurgie. Thieme Verlag, Stuttgart (1957)
- 5) Klose, R., Peter, K.: Klinische Untersuchungen über Mononarkosen mit Ketamine bei Brandverletzten. (1972)
- 6) Langrehr, D. Stolp, W.: Anaesthesiologie und Wiederbelebung. Band 40, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1969)
- 7) Langrehr, D. et al.: Erlanger Anästhesie-Seminare. Medizin Media Analyse, Bubenreuth (1977)
- 8) McCarthy, D.A.: Ketalar (Ketaminehydrochloricum P.D. & Co.). Parke, Davis & Comp. LTD, First Edition, Montreal (1971)
- 9) Mihelson, M.A. et al.: Hämodynamische Untersuchung an Kindern mit Ketaminanästhesie. UdSSR (1978)
- 10) Overton, J.H., Kilham, H.A.: Aspect of Management of the Burned Child. Anesth. Intens.Care 1 (1973) 535
- 11) Podlesch, I.: Anästhesie und Intensivbehandlung im Säuglings- und Kindesalter. Thieme Verlag, Stuttgart (1977) 241-245
- 12) Radnay, P., Badola, R.P.: Generalized Extensor Spasm in Infants Following Ketamine Anaesthesia. Anasthesiologie, Vol.39, Nr.4 (1973) 459-460
- 13) Sanchez, R. et al.: Anesth.Anal.Reanimation. 36 (1978) 497

- 14) Schaer, H.: Pharmakologie für Anästhesisten und Intensivmediziner. Verlag Hans Huber, Stuttgart-Wien (1982)
- 15) Schmidt, H.: Ketanest<sup>R</sup> in der Kinderanästhesie. Anästhesiologische Informationen, Heft 2/78, Verlag Dr.med. D. Straube
- 16) Slogoff, St. et al.: Anesth.29, 222 (1974)
- 17) Steward, D.J.: Manual of Pediatric Anesthesia (1979)
- 18) Wilson, R.: Investigator's Conference on a New Anesthetic Agent. San Francisco (1969)
- 19) Wilson, R., Nichols, R.J.: Dissociative Anesthesia with CI-581 in Burned Children. Congress of the International Anesthesia Research Society, March 5-9 (1967)

## DANKSAGUNG

Ganz herzlich möchte ich Herrn Prof. Dr. K. Mantel für die freundliche Überlassung des Themas und die hilfreiche Unterstützung bei dieser Arbeit danken.

## LEBENS LAUF

Claudia Christine Margarete Kern, geb. Dachs,  
geboren am 31.Dezember 1955 in Ludwigshafen/Rhein

|                  |                                                                                                                                                                    |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eltern           | Dr. Karl Dachs, Chemiker,<br>und seine Ehefrau Liselotte,<br>Dolmetscherin                                                                                         |
| 1962 - 1966      | Besuch der Grundschule in<br>Ludwigshafen/Rhein                                                                                                                    |
| 1966             | Umzug nach Frankenthal/Pfalz                                                                                                                                       |
| 1966 - 1974      | Besuch des Karolinengymnasiums<br>in Frankenthal                                                                                                                   |
| Mai 1974         | Abschluß der Schulausbildung<br>mit dem Abitur                                                                                                                     |
| 1974 - 1981      | Studium der Medizin an der<br>Ludwig-Maximilians-Universität<br>in München                                                                                         |
| 14.Juli 1981     | Erhalt der Approbation als<br>Ärztin                                                                                                                               |
| 1981 - 1982      | Ärztliche Tätigkeit im<br>Dr.-von-Haunerschen Kinderspital<br>in München                                                                                           |
| 1982 - 1984      | Assistenzärztin in der Neonatologi-<br>schen Abteilung im Klinikum Großhadern<br>in München                                                                        |
| seit August 1984 | Assistenzärztin zur Facharztausbildung<br>für Kinderheilkunde in der Kinderklinik<br>und Kinderpoliklinik München-Schwabing<br>der Technischen Universität München |
| November 1984    | Eheschließung mit dem Arzt Franz Kern                                                                                                                              |





